

↓ POLITECNICO DI MILANO

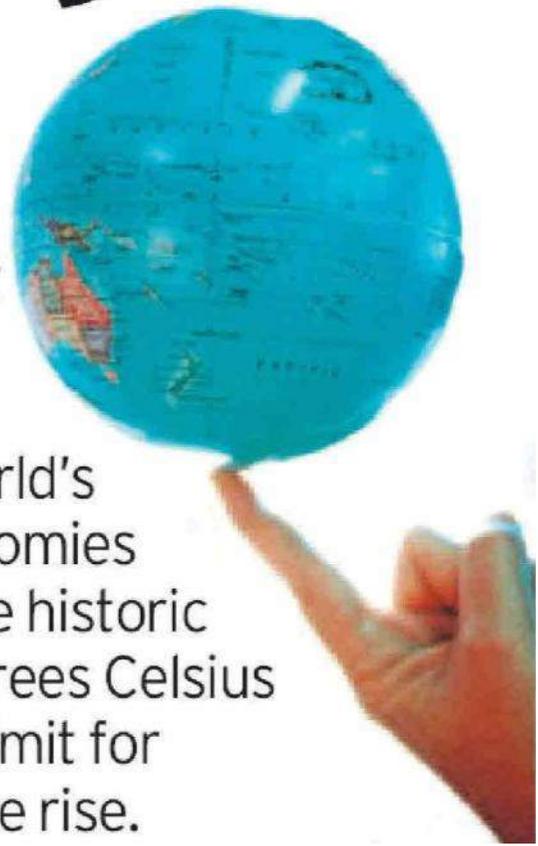


## Nearly Zero Energy Building (nZEB) e Zero Energy Building (ZEB). Definizioni e quadro normativo.

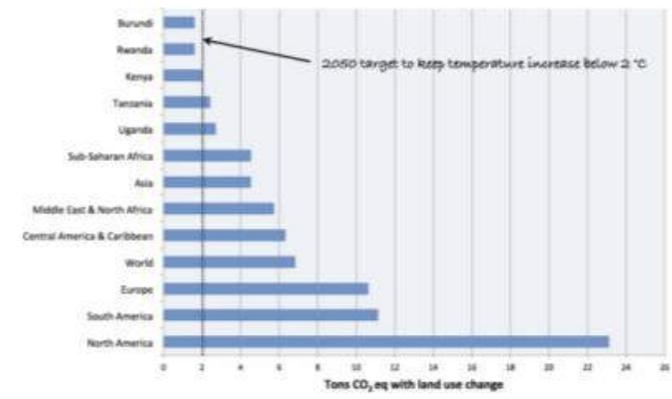
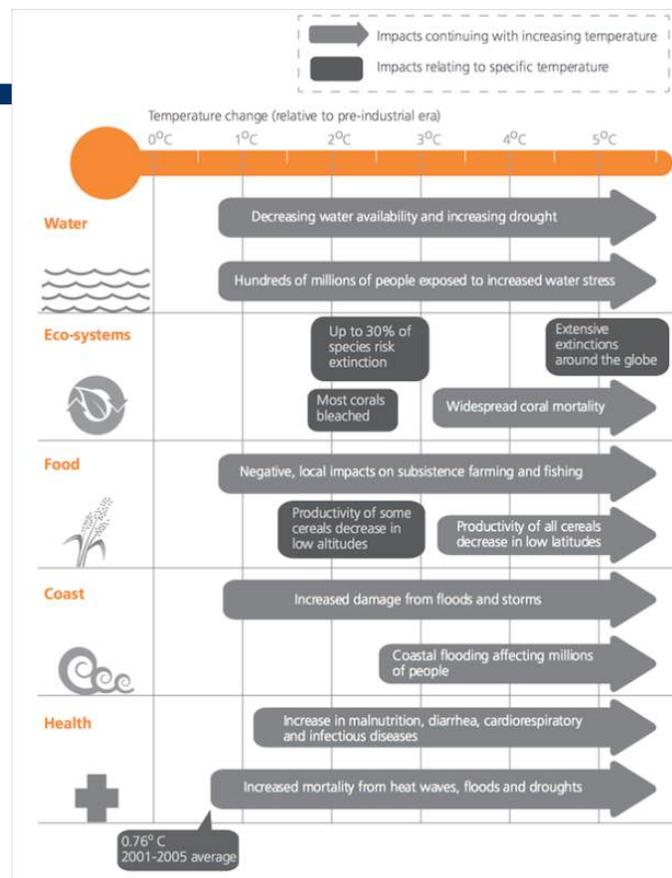
Arch. Manlio Mazzon

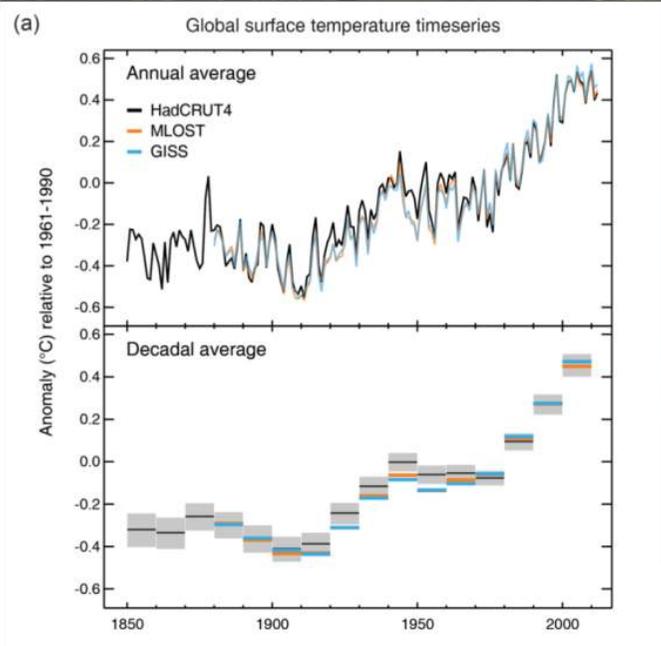
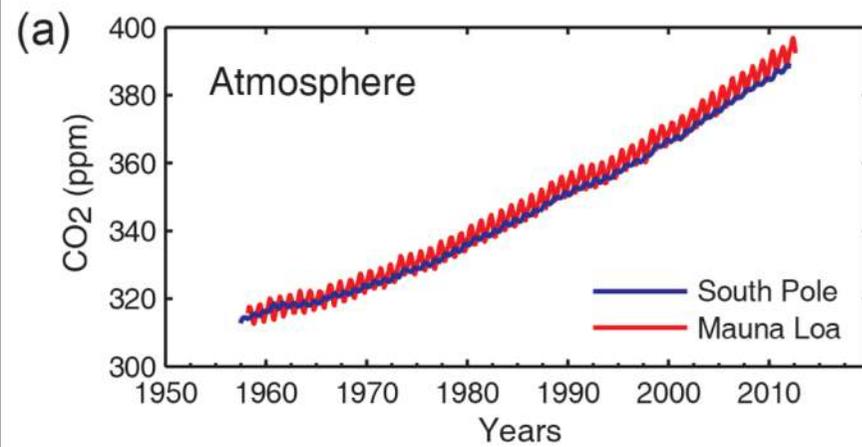


# 2 degrees



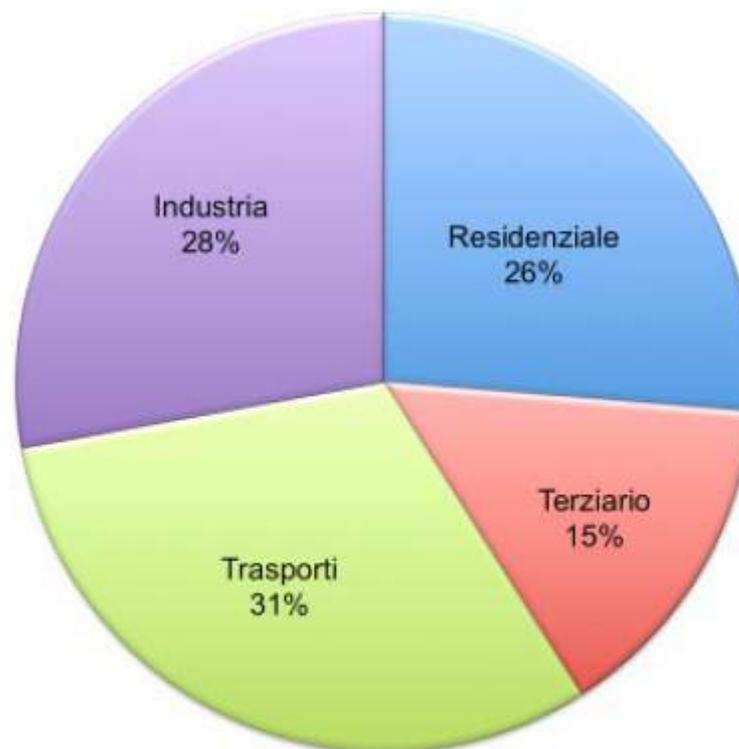
That's the amount the planet will be allowed to warm. Leaders of the world's eight richest economies have agreed to the historic deal setting 2 degrees Celsius as the maximum limit for global temperature rise.







Europa



Italia



**Fabbisogno per riscaldamento: 110 kWh/m<sup>2</sup> anno**

**Fabbisogno per ACS: 30 kWh/m<sup>2</sup> anno**

**Fabbisogno app. elettriche: 40 kWh/m<sup>2</sup> anno**

**Fabbisogno per climatizzazione estiva: ?**

**Emissioni CO<sub>2</sub>: 70 kg/ m<sup>2</sup> anno**

**Bolletta media italiana**

**Riscaldamento: 1000 €/anno**

**Consumi elettrici: 500 €/anno**



**Classi di isolamento termico**

Fabbisogno termico basso Classi

Oro	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 10 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
A	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 30 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
B	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 50 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
C	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 70 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
D	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 90 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
E	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 120 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
F	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 160 kWh (m <sup>2</sup> ·a)
G	HWB <sub>NGF</sub> ≤ 180 kWh (m <sup>2</sup> ·a)

Fabbisogno termico alto

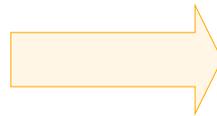
+ indica edifici costruiti secondo criteri di bioedilizia.



**Fabbisogno per riscaldamento: 25 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Fabbisogno per ACS: 25 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Fabbisogno app. elettriche: 20 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Fabbisogno per climatizzazione estiva: 30 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Emissioni CO<sub>2</sub>: 35 kg/ m<sup>2</sup> anno**

## Livello Comunitario

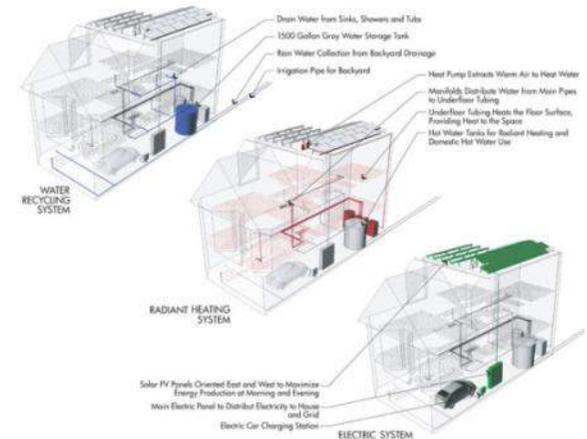
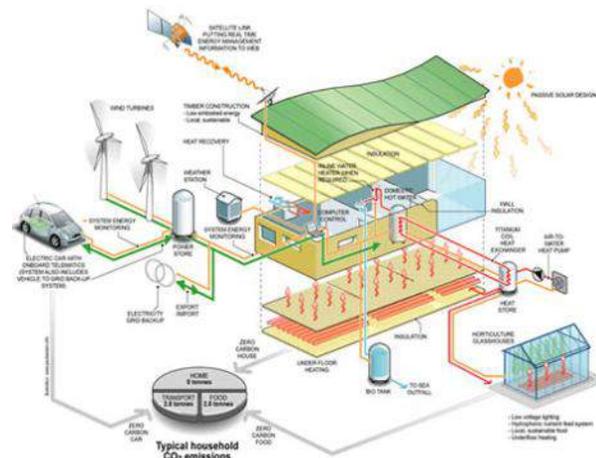
- Direttiva 2002/91/CE  
(*EPBD – Rendimento energetico in edilizia*)
- Direttiva 2006/32/CE
- Direttiva 2009/28/CE
- Direttiva 2009/125/CE
- Direttiva 2010/31/UE  
(*EPBD – Recast*)
- Direttiva 2012/27/UE



## Livello Nazionale

- D.Lgs 192/05, D.Lgs 311/06, D.P.R. 59/09, D.M. 26/6/09, D.P.R. 75/13
- D.Lgs 115/08
- D.Lgs 28/12
- D.Lgs 15/2011
- D.Lgs 4/6/13 n.63 e L. 3/8/13 n.90 (+ *decreto att.*)
- D.Lgs 4/7/14 n.102

**“Net Zero Energy Building means a building where, as a result of the very high level of energy efficiency of the building, the overall annual primary energy consumption is equal to or less than the energy production from renewable energy sources on site.”**





### **EUROPA, Proposta di revisione dell'EPBD**

Gli Stati membri predispongono piani nazionali per aumentare il numero di “edifici a zero energia netta”.

Gli Stati membri provvedono affinché tutti i nuovi edifici siano almeno NZEB entro il 31 dicembre 2020.

Per gli edifici occupati da enti pubblici, gli Stati membri fissano obiettivi da raggiungere con significativo anticipo rispetto al termine fissato, tenendo conto del ruolo di primo piano che le autorità pubbliche dovrebbero svolgere in materia di rendimento energetico degli edifici.

### **CALIFORNIA, Proposta di legge “Zero Energy Balance”**

Tutte le case costruite dal 1° gennaio 2020 in poi dovranno avere un “bilancio energetico zero”, dovranno cioè immettere nella rete elettrica almeno tanta energia quanta ne consumano, compresi sia l'elettricità che l'equivalente del gas naturale usato per il riscaldamento.

NOTA: il termine dal quale entrerebbe in vigore la nuova normativa può essere posticipato nel caso i progressi in termini di riduzione dei costi del fotovoltaico non fossero veloci come si prevede.

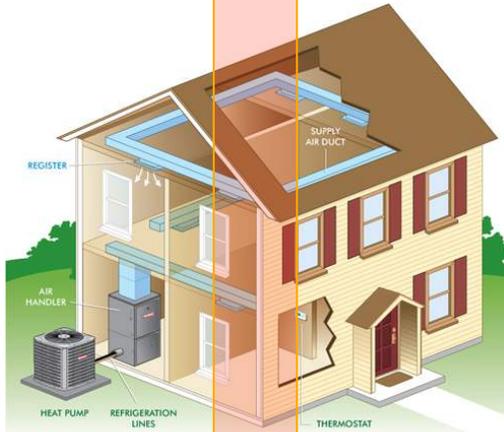


- stabilisce che entro il **31 dicembre 2020** tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia **quasi** zero; il limite è anticipato al **31 dicembre 2018** per gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi.
- impone l'adozione di una **metodologia di calcolo** della prestazione energetica degli edifici, conforme a quanto definito nell'Allegato 1 della Direttiva. Tale metodologia potrà essere definita a livello nazione o regionale.
- definisce dei **requisiti minimi di prestazione energetica** → Gli Stati membri adottano le misure necessarie affinché siano fissati requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici o le unità immobiliari al fine di raggiungere livelli ottimali in funzione dei costi.

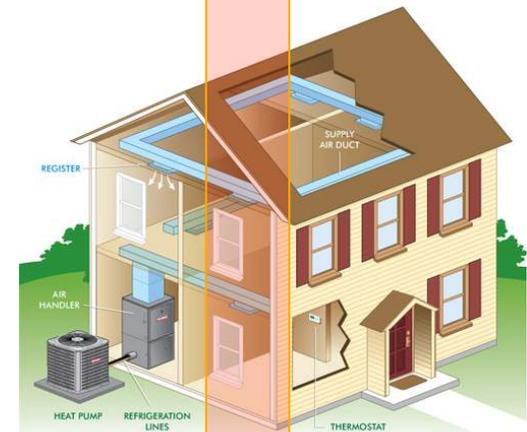
### NOTA:

*«edificio a energia quasi zero»: edificio ad altissima prestazione energetica [...]. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.*

## Edificio reale



## Edificio di riferimento



### Stesse:

- Caratteristiche geometriche
  - Destinazione d'uso
  - Dati climatici

Valori dell'edificio reale o di progetto

- Caratteristiche involucro
- Caratteristiche impianti

Valori di riferimento definiti

EP

**Valutazione attraverso il confronto tra i valori di energia primaria ottenuti**

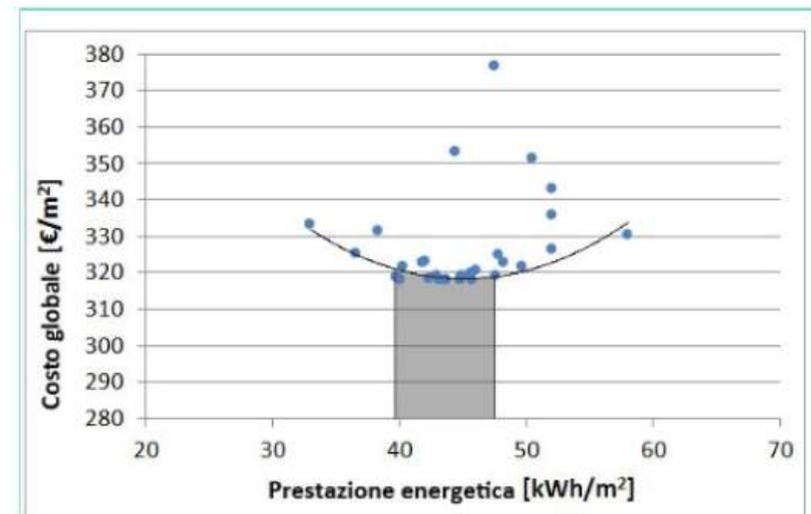
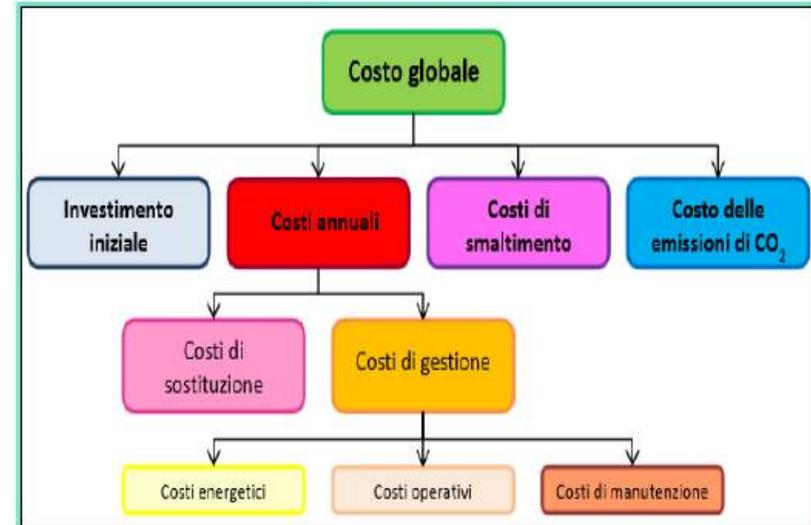
EP

## Cost-Optimal Levels: Regolamento 244/2012

Regolamento UE N. 244/2012 di integrazione della Direttiva 2010/31/UE sull'efficienza energetica degli edifici: pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea il 21 marzo 2012 il regolamento istituisce un **quadro metodologico comparativo ad uso degli Stati membri per calcolare i livelli ottimali in funzione dei costi dei requisiti minimi** di prestazione energetica per gli edifici nuovi ed esistenti e per gli elementi edilizi.



Servono soluzioni **ottimali anche dal punto di vista dei costi globali**



POLITECNICO DI MILANO

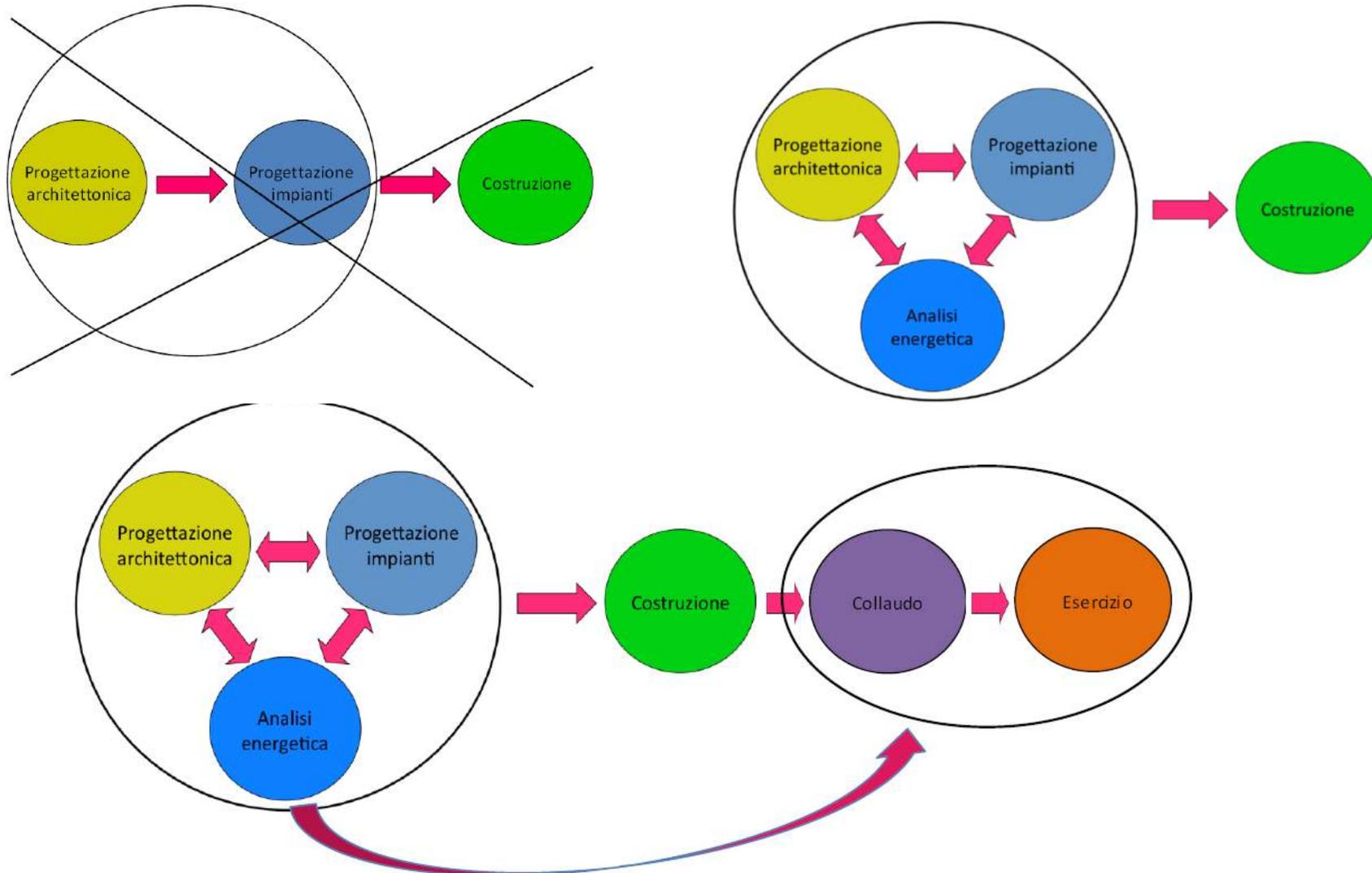


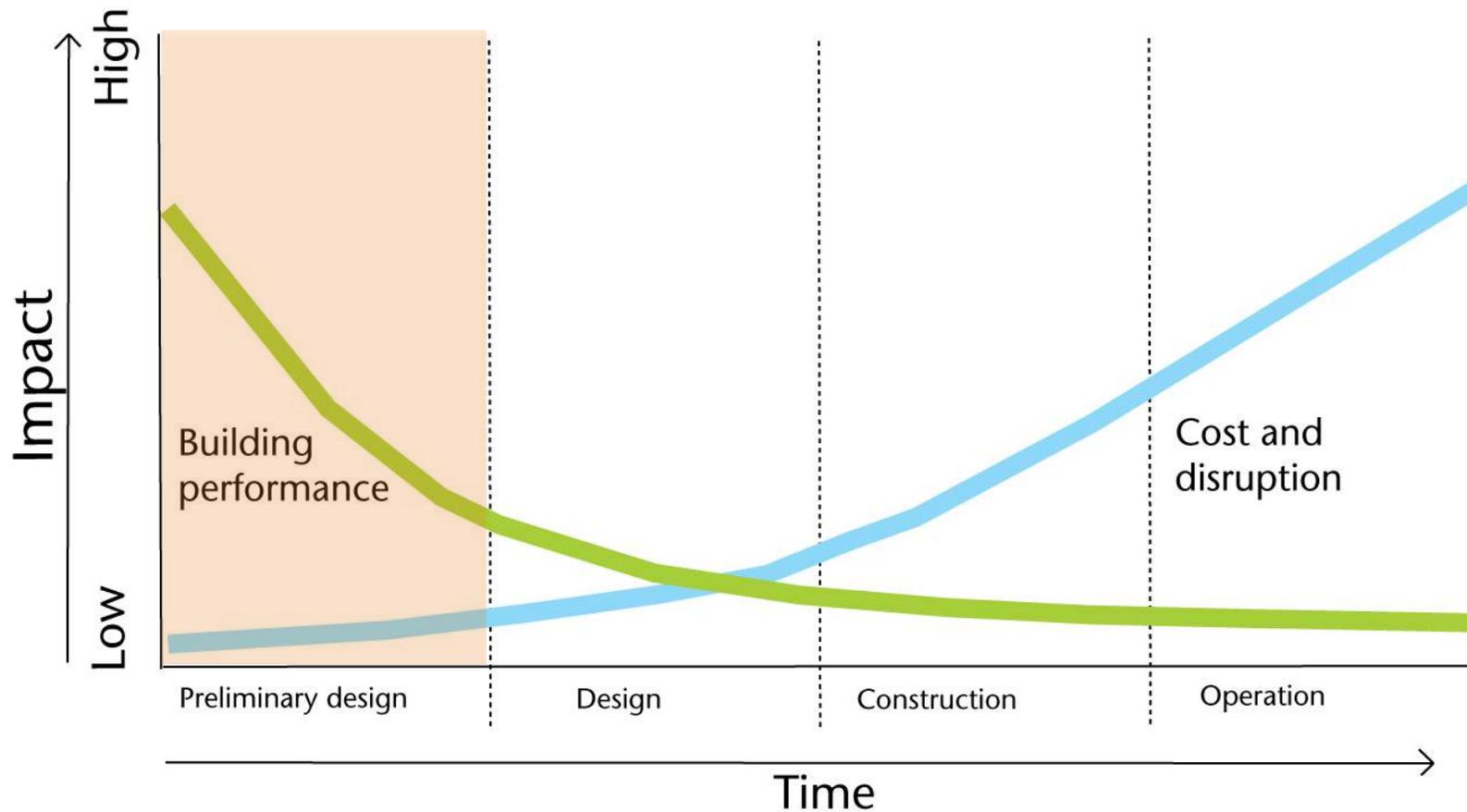
# La simulazione energetica a supporto della progettazione architettonica integrata

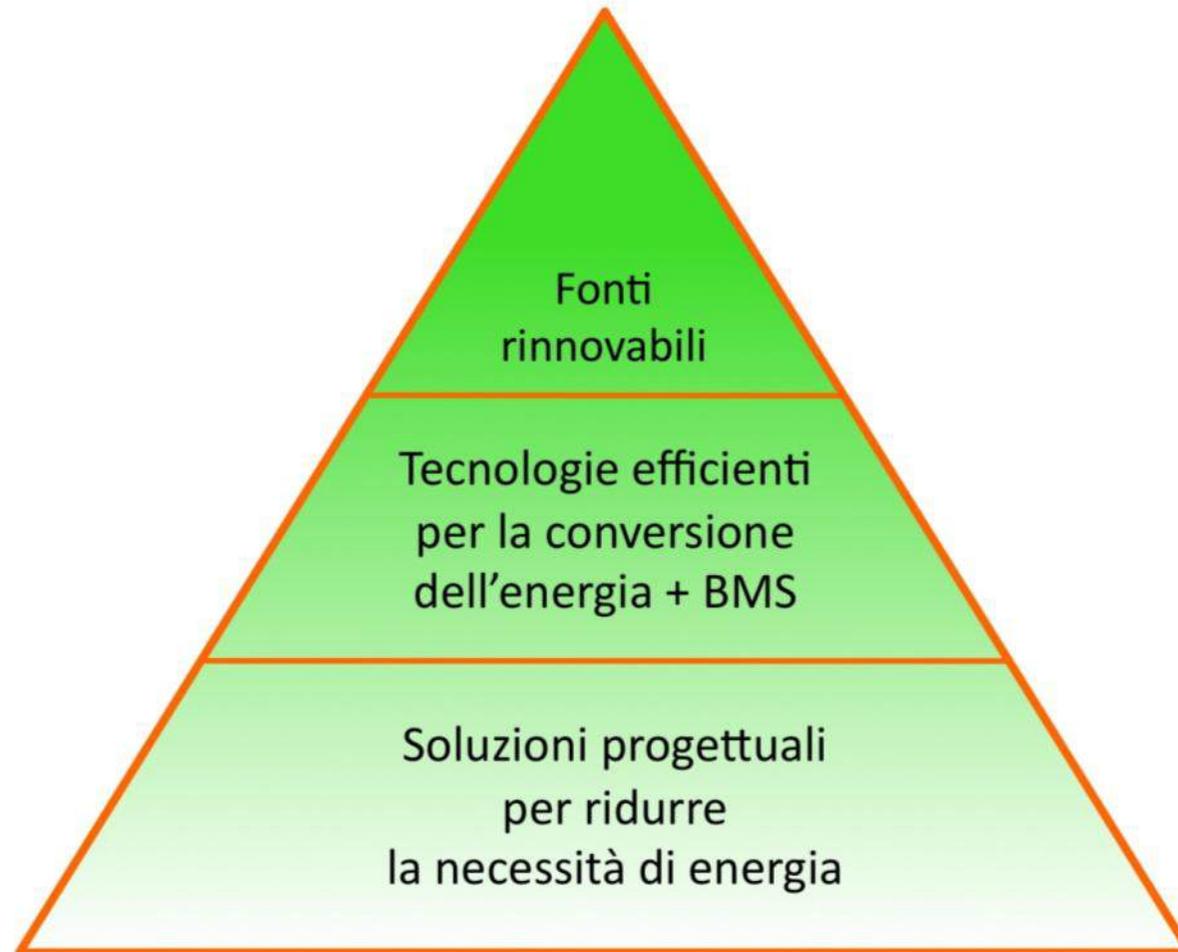
Arch. Manlio Mazzon



# Inquadramento: la valutazione energetica integrata nella progettazione architettonica





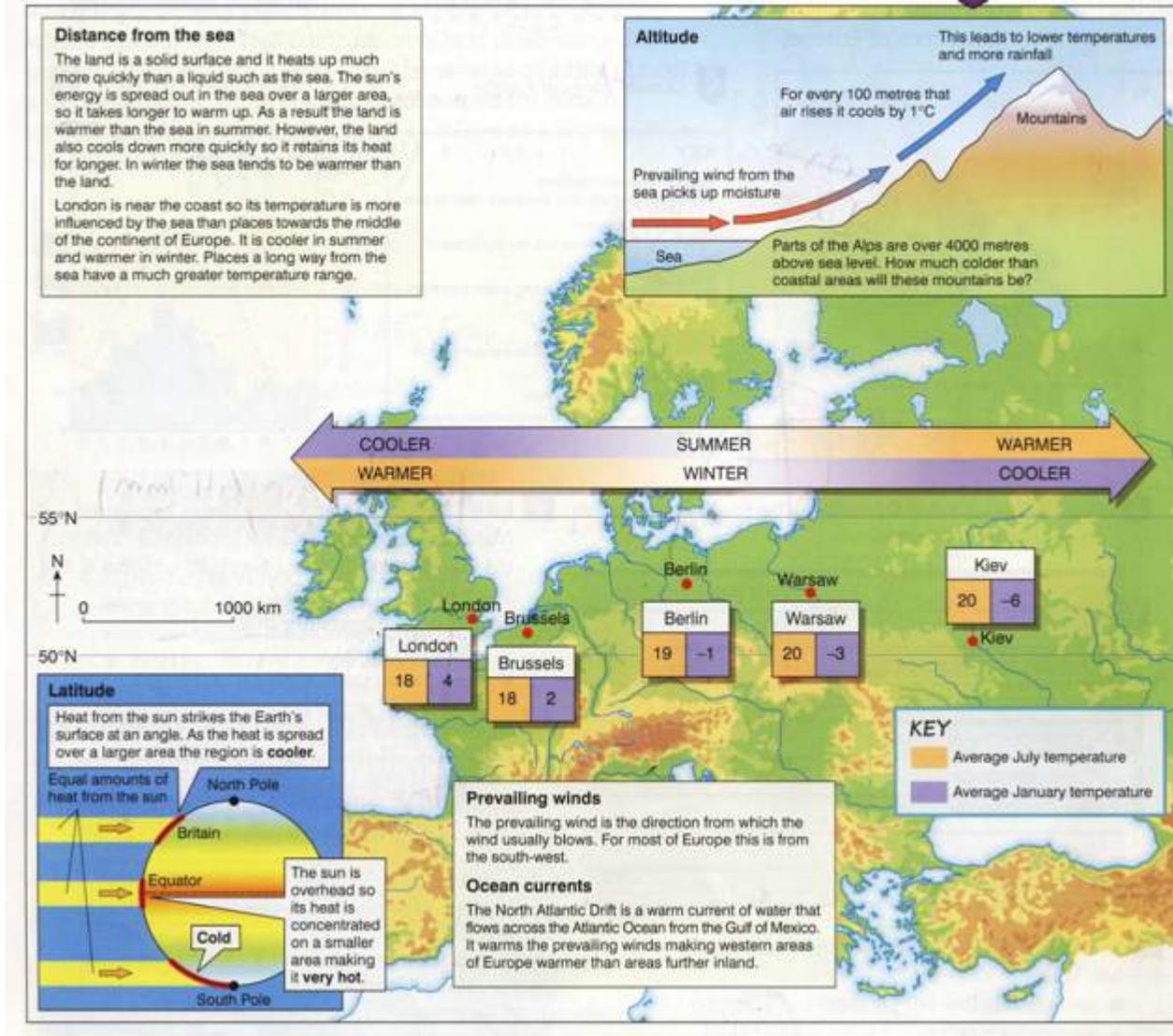




# NZEB, approccio metodologico

The pattern of climate for Europe is dependent on a number of factors which are explained on map A.

Factors affecting Europe's climate



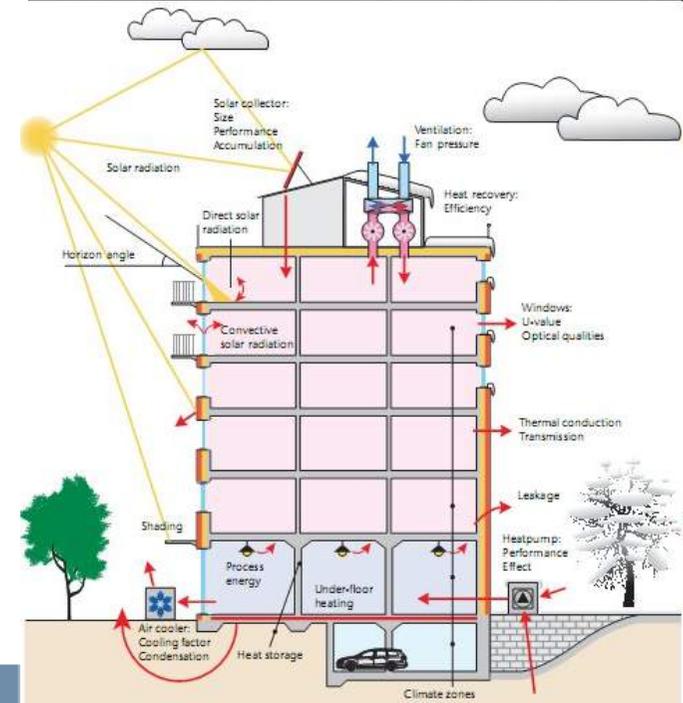
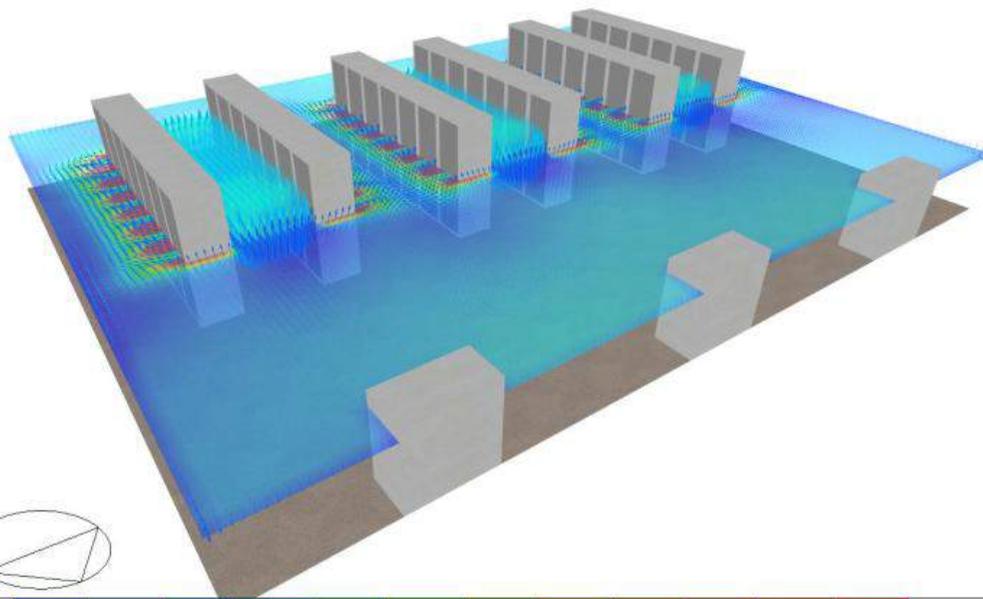
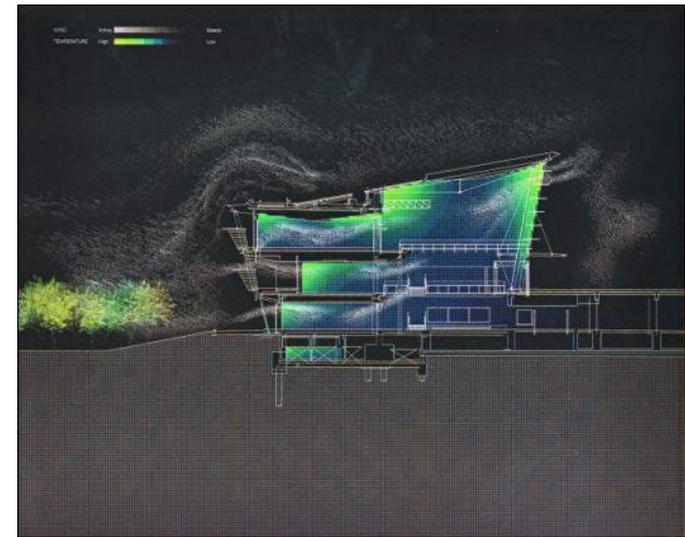
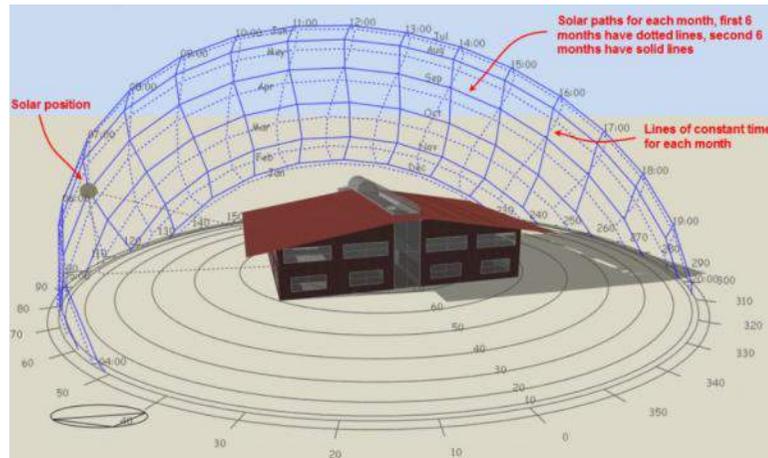
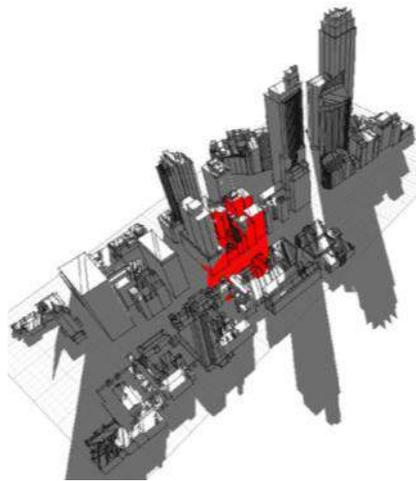


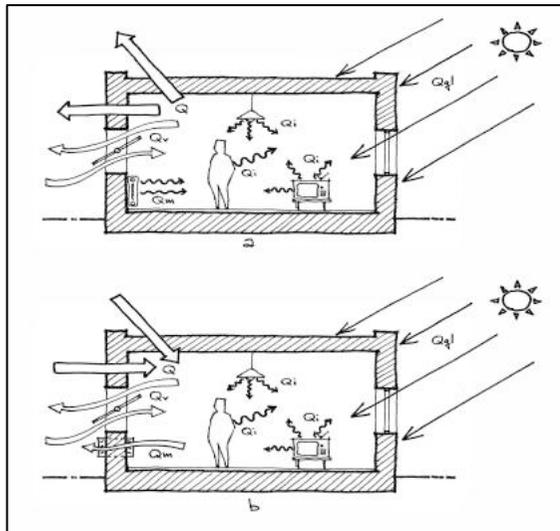
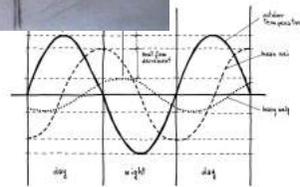
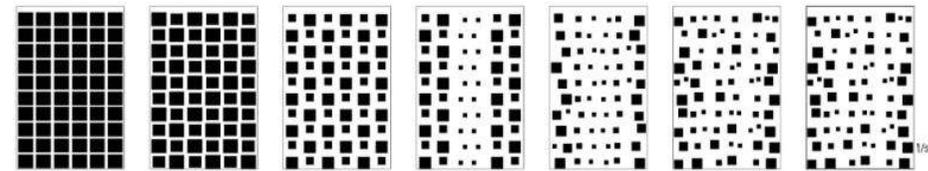
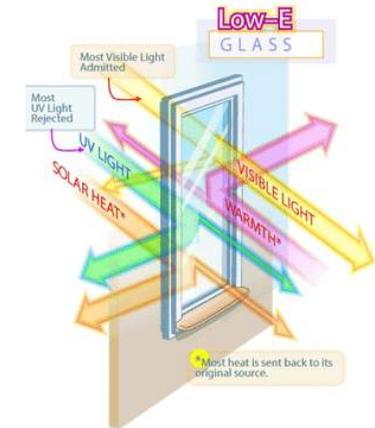
# Architettura sostenibile (?)

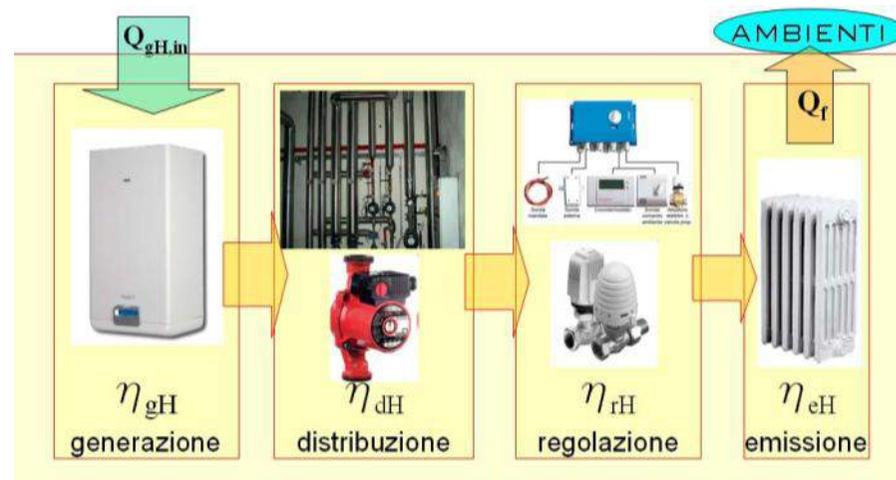
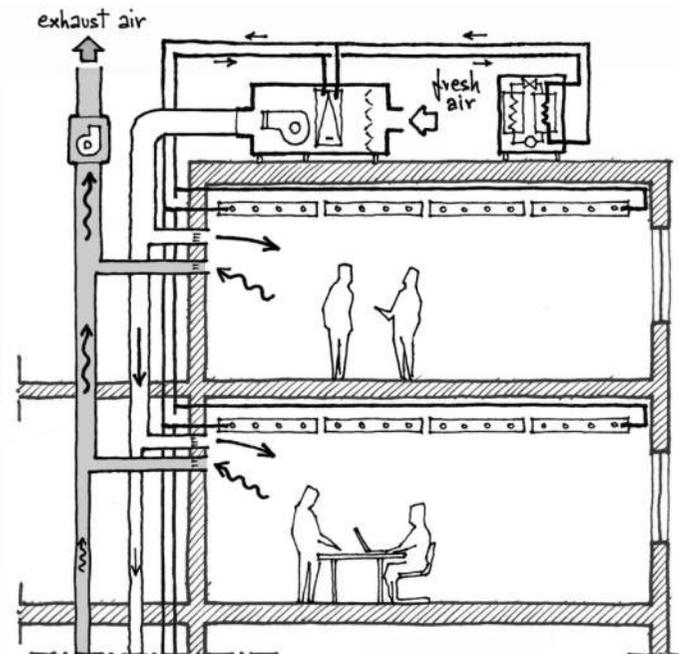




# Contesto-edificio-impianto

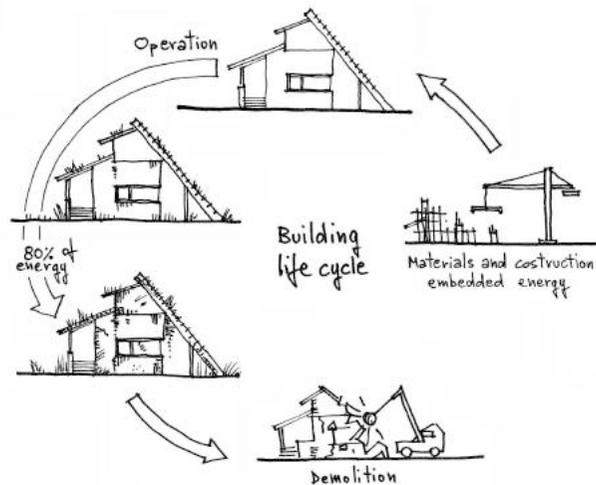
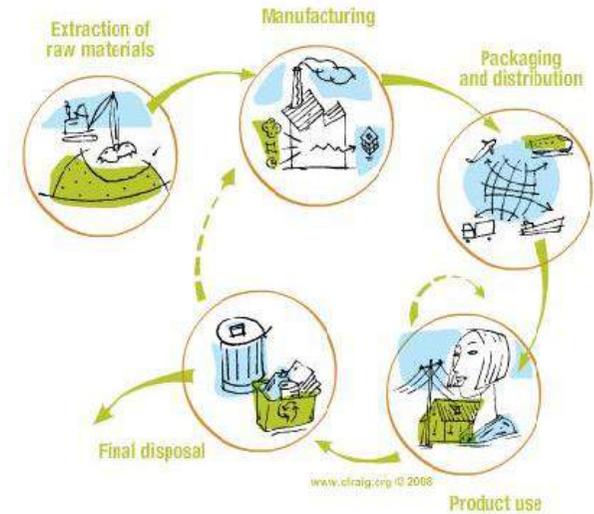
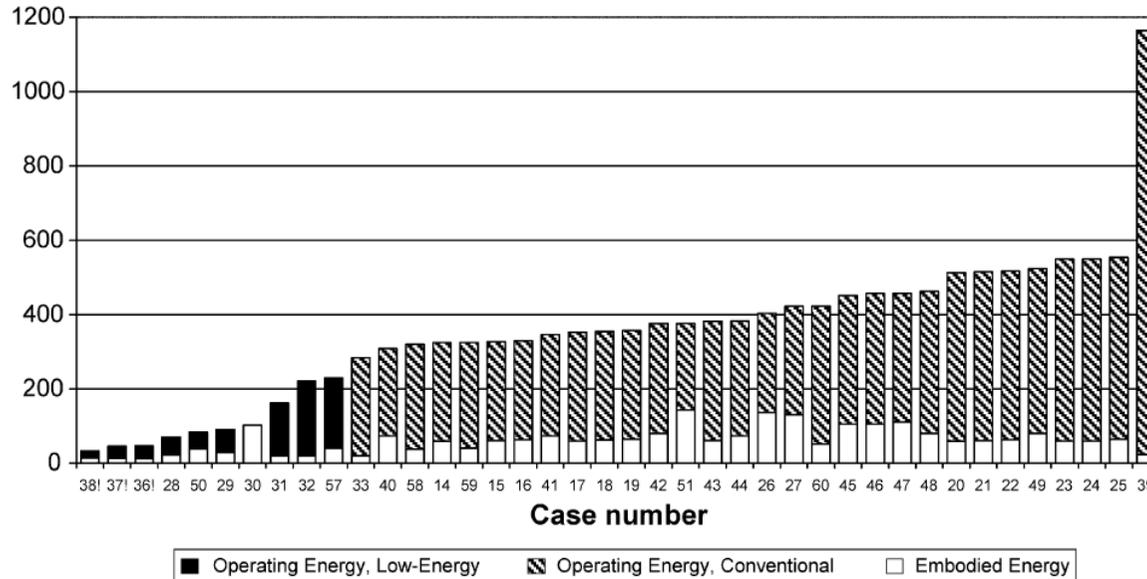




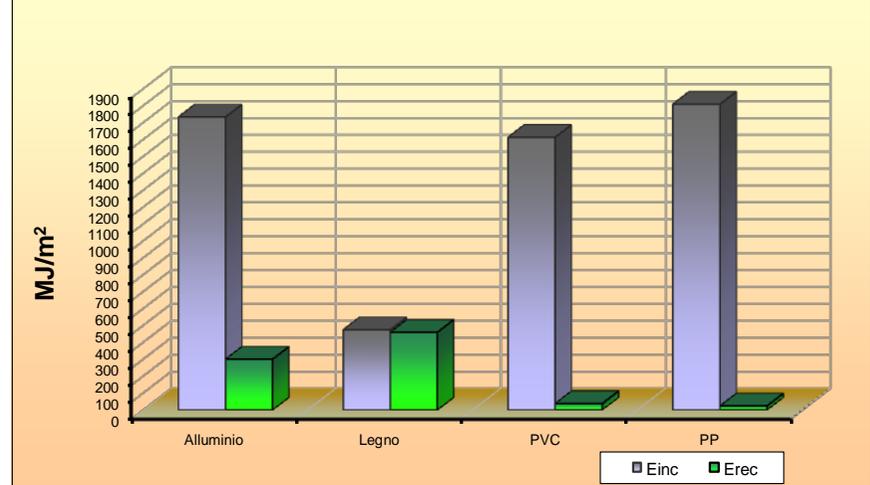


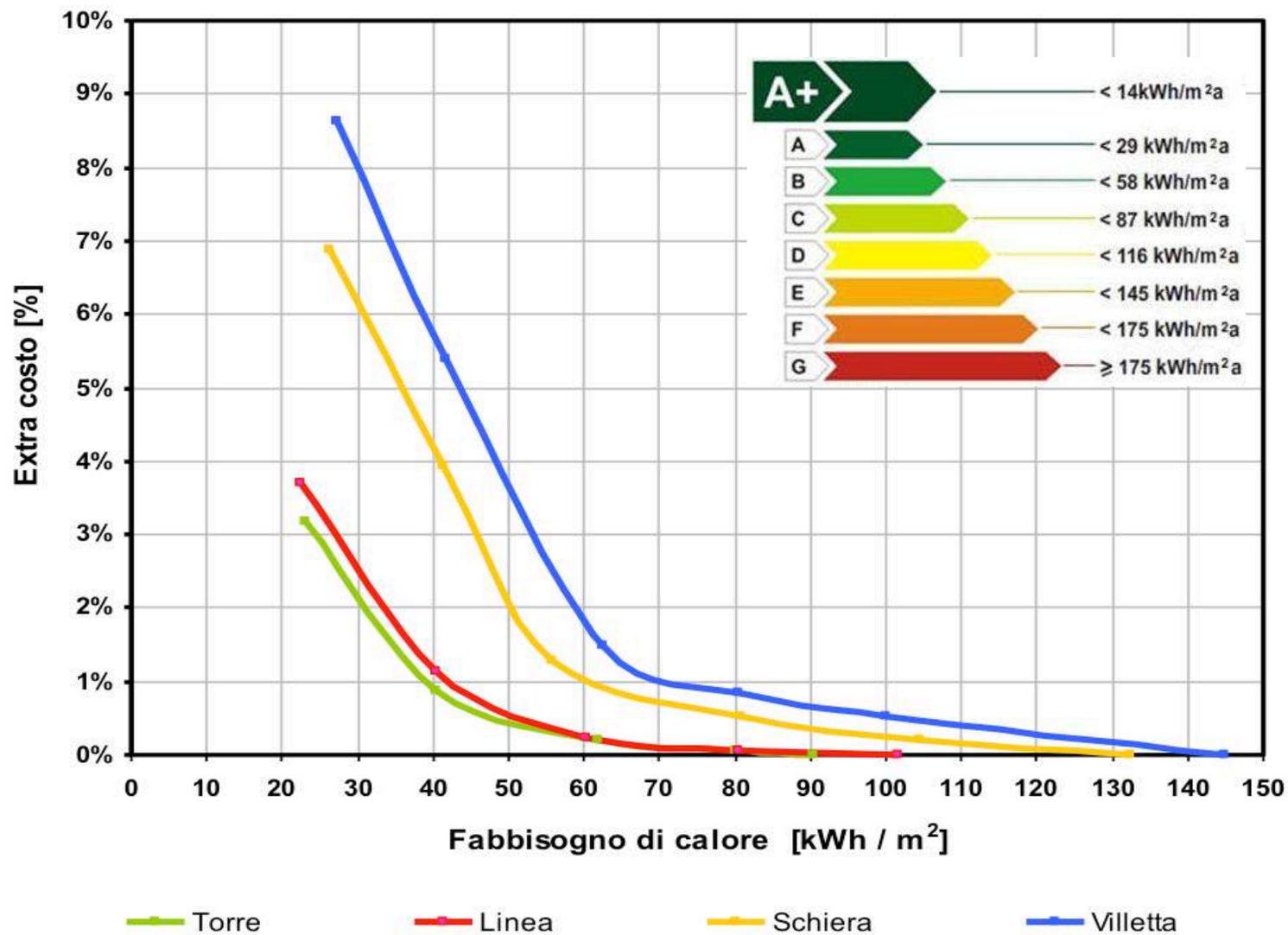


### Total Energy per year [ kWh / m<sup>2</sup>y ] (primary)



### Contenuto energetico dei serramenti (fonte: IBO-Istituto di Ricerca austriaco del Costruire sano ed ecologico)







### *SIMULAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI*

Creazione di un modello virtuale dell'edificio (tramite software) per simulare il comportamento reale dell'edificio per fini predittivi.

### *CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI*

Simulazione energetica dell'edificio (tramite software) per controllare e certificare le prestazioni energetiche di un edificio, con dati ed assunzioni standardizzate.

Generalmente la procedura di calcolo è codificata in specifiche norme tecniche.



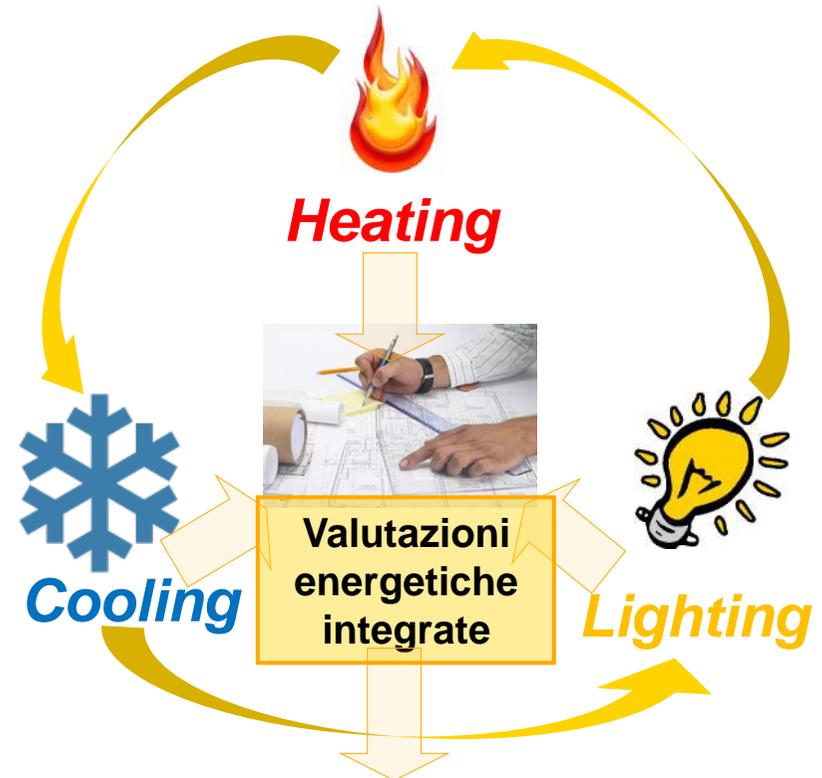
## CARATTERISTICHE DEGLI STRUMENTI DI VALUTAZIONE ENERGETICA

Intuitività e velocità di modellazione e di variazione del modello

Determinazione della prestazione energetica globale dell'edificio

Controllo contemporaneo della variazione di tutti gli aspetti energetici causata dalle variazioni progettuali

Valutazione puntuale di aspetti energetici strategici nel raggiungimento del comfort negli edifici





## STRUMENTI DI CALCOLO

### *REGIME STAZIONARIO*

Il sistema è pensato come «a regime» e si considerano costanti nel tempo tutte le condizioni a contorno, per l'intero periodo di calcolo.

Il calcolo viene generalmente condotto su base mensile, assumendo dati medi su tale periodo.

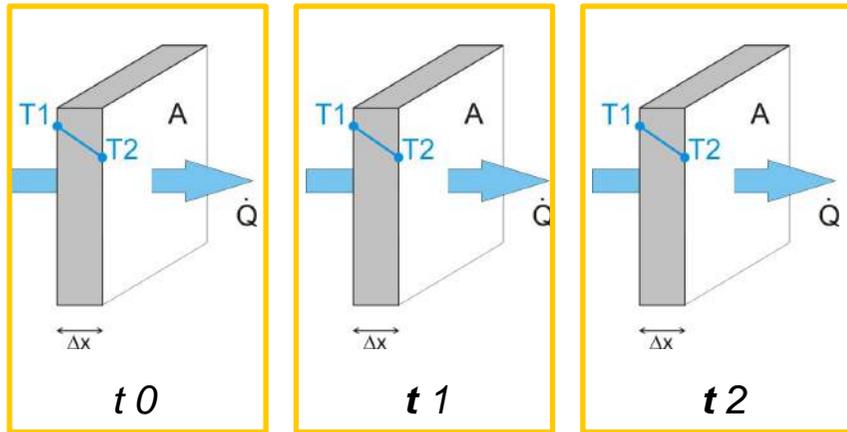
### *REGIME DINAMICO*

Le condizioni a contorno sono considerate variabili in ogni istante e in ogni periodo di calcolo il sistema sta mutando il proprio stato per rispondere alla variazione della sollecitazione esterna.

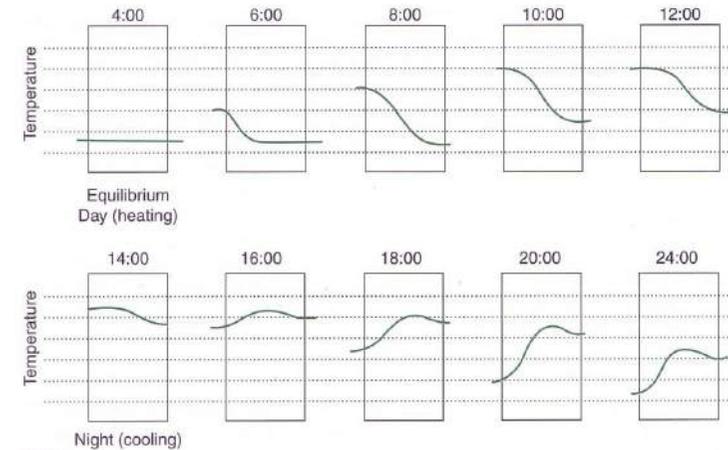
Il calcolo viene condotto anche ogni 10 minuti, assumendo dati orari desunti da file climatici.



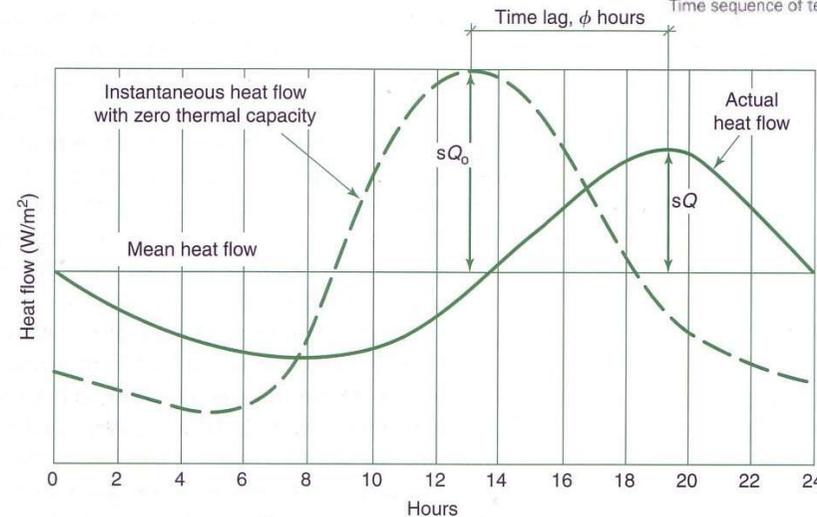
## REGIME STAZIONARIO



## REGIME DINAMICO



1.68. Time sequence of temperature profiles in a massive wall (in a warm climate).



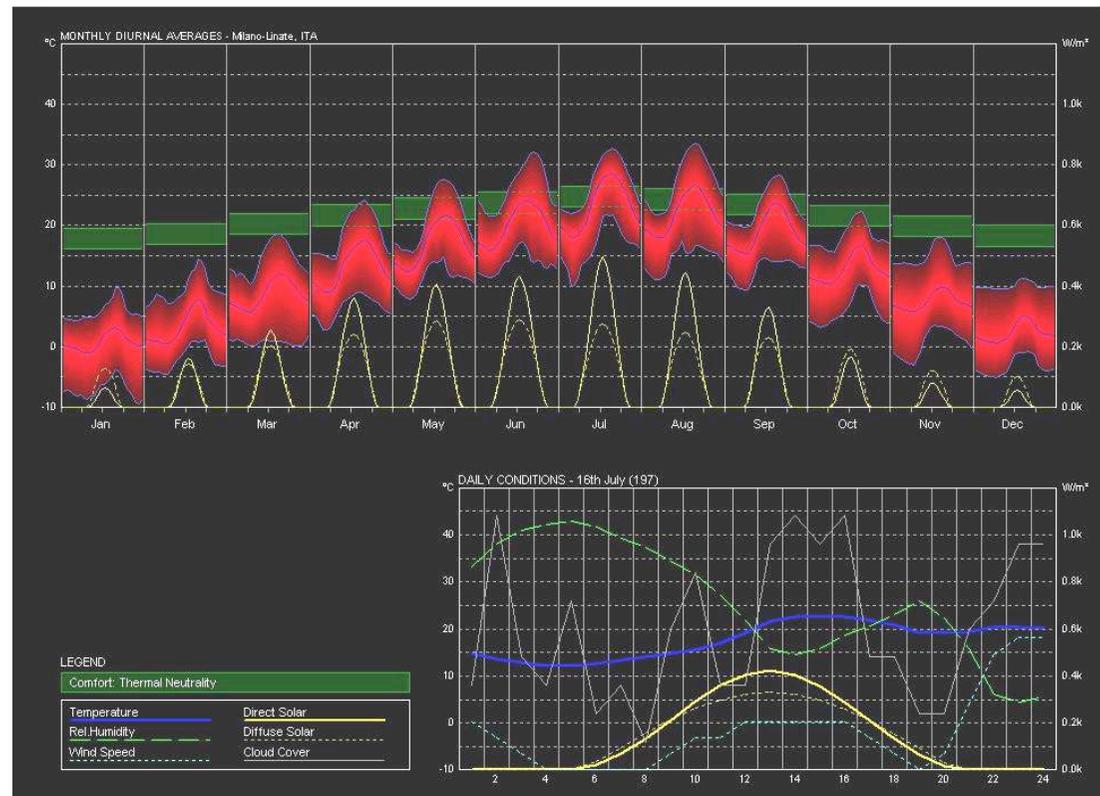
1.66. Heat flow through a real wall, compared with a wall of zero mass.



### REGIME DINAMICO

Utilizzo di un file climatico costruito su un anno-tipo, contenente dati con definizione oraria, desumibili mediante rilevazioni storiche da stazioni climatiche presenti nella località o mediante triangolazioni tra i dati misurati nelle stazioni più vicine.

Tale file può anche essere ricostruito mediante dati realmente rilevati in uno specifico anno, al fine di ricreare le esatte condizioni a contorno di un monitoraggio.





## Il motore di calcolo EnergyPlus

Motore di calcolo in regime dinamico per la simulazione energetica degli edifici e la valutazione dei carichi termici, sviluppato dai Lawrence Berkeley National Laboratories per conto del Dipartimento dell' Energia degli Stati Uniti (DOE).

[<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>]

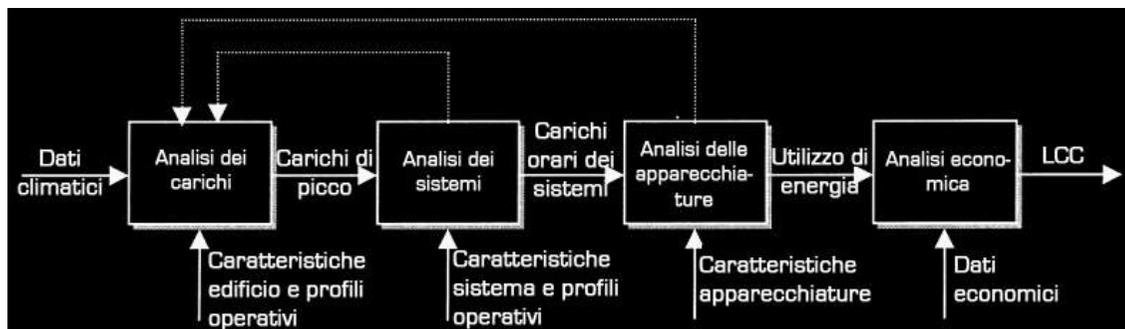
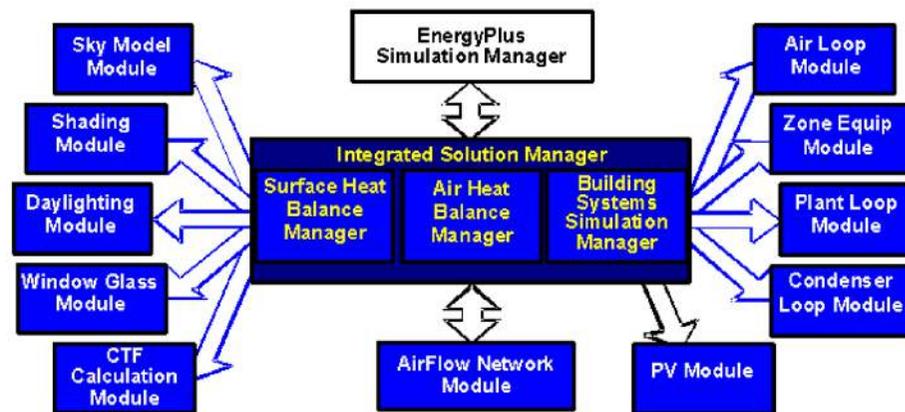
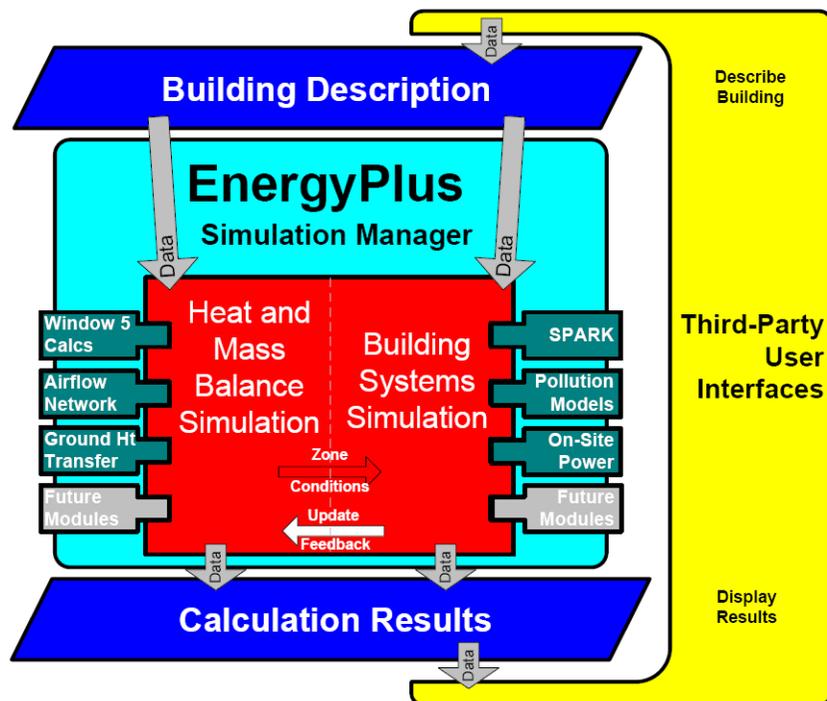
Strumento di riferimento per la valutazione energetica degli edifici negli Stati Uniti, specialmente in California.

[[http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus\\_testing.cfm](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus_testing.cfm)]



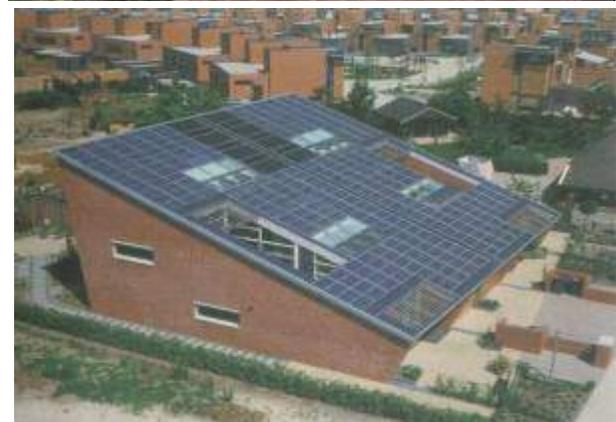
Necessita di un file di input dati che contenga il modello virtuale dell'edificio, tuttavia è sprovvisto di un'interfaccia grafica che ne consenta una facile creazione.

# Il motore di calcolo EnergyPlus





# Zero energy house





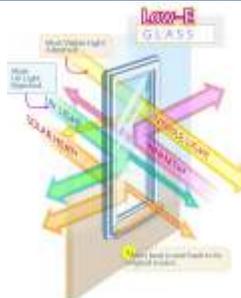
# NZEB, tecnologie



**Isolamento**



**Inerzia termica**



**Vetri selettivi**



**Daylighting**



**Controllo solare**



**HVAC**



**Elettrodomestici**



**Building control automation**



**Illuminazione**



**Fotovoltaico**



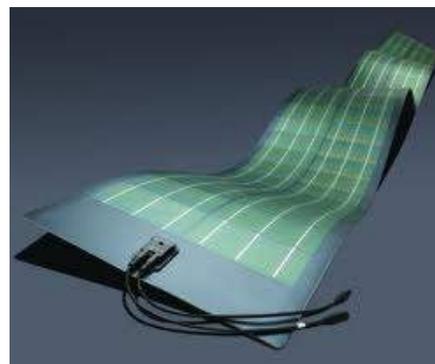
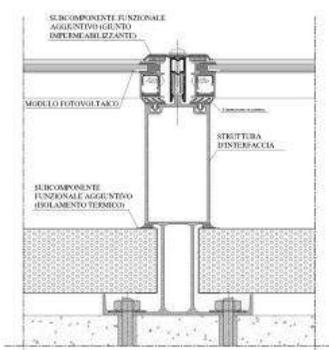
**Solare termico**



**Microeolico**



**Biomasse**



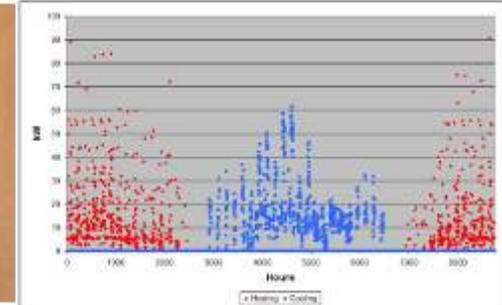
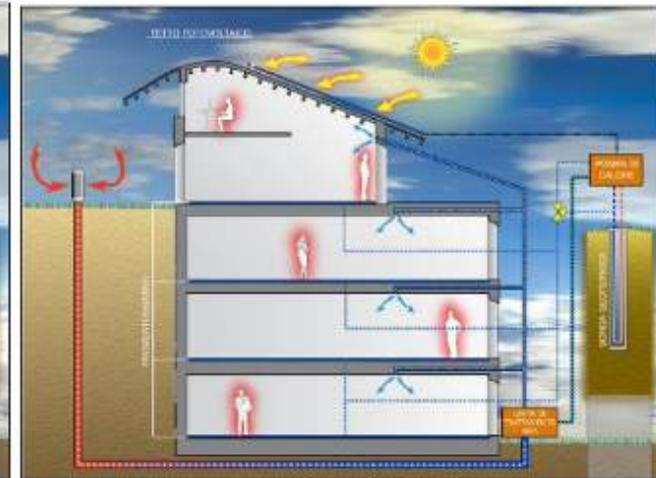
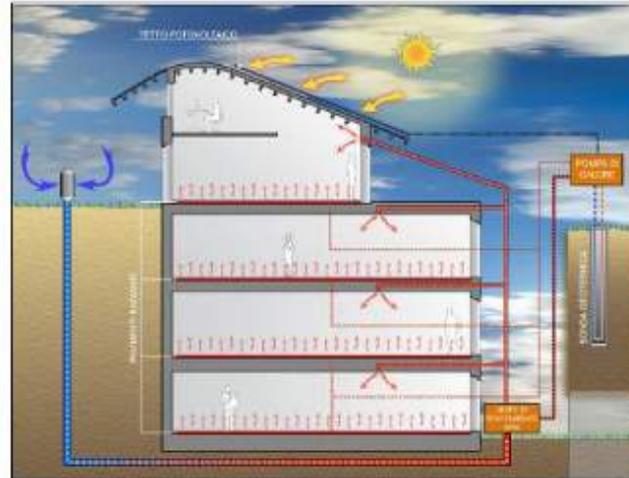




## CASI STUDIO: Leaf House, Jesi (AN)

Inverno

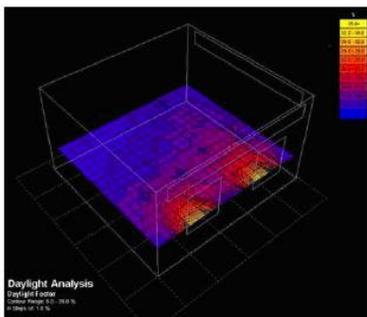
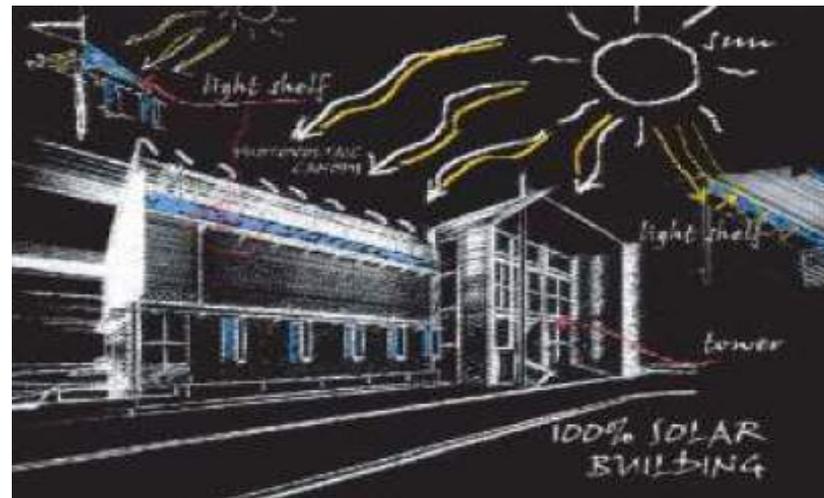
Estate



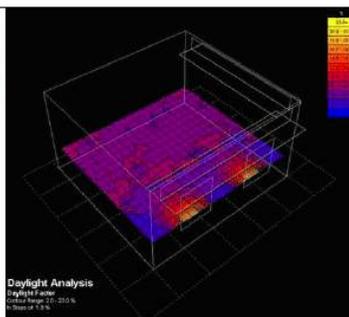
**Fabbisogno per riscaldamento e ACS: 16 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Fabbisogno app. elettriche: 7 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Fabbisogno per climatizzazione estiva: 16 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Consumi finali: 0**  
**Emissioni CO<sub>2</sub>: 0**



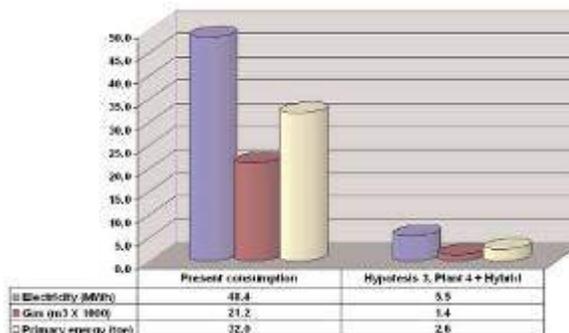
# CASI STUDIO: REC, Budapest



Without light shelf



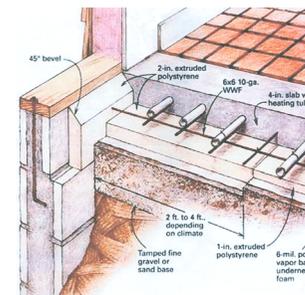
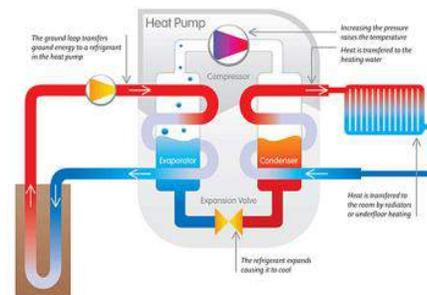
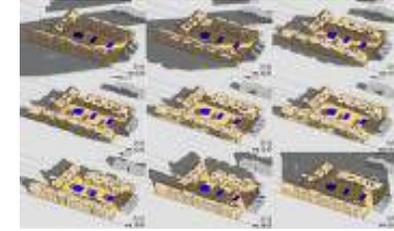
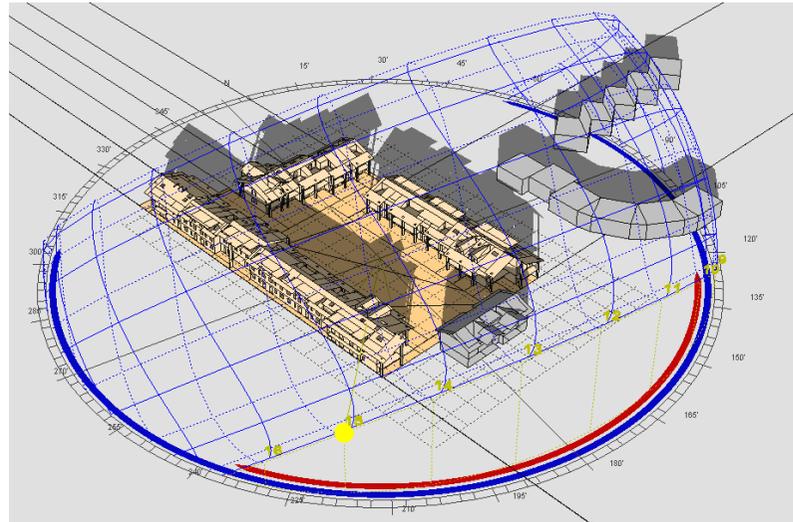
With light shelf



**Fabbisogno elettrico complessivo (cdz, ACS, el): 28 MWh/anno**  
**Consumi finali: 0**  
**Emissioni CO<sub>2</sub>: 0**



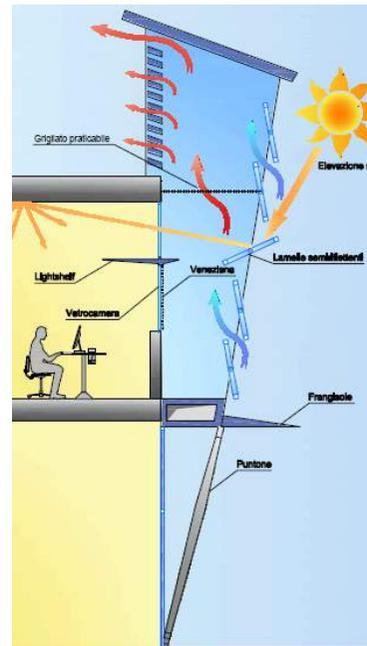
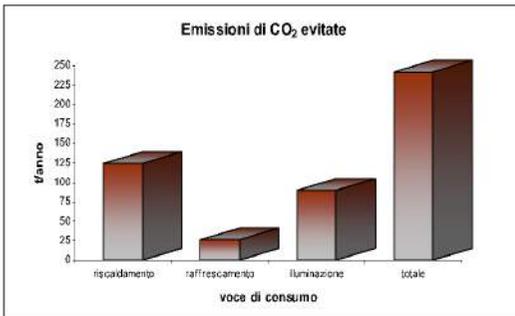
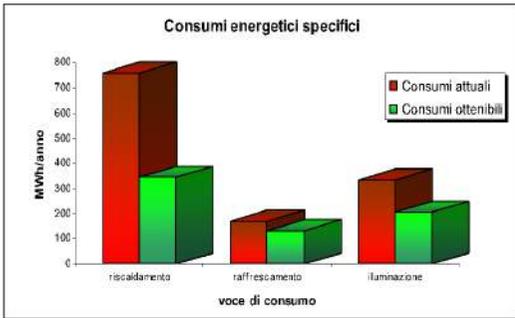
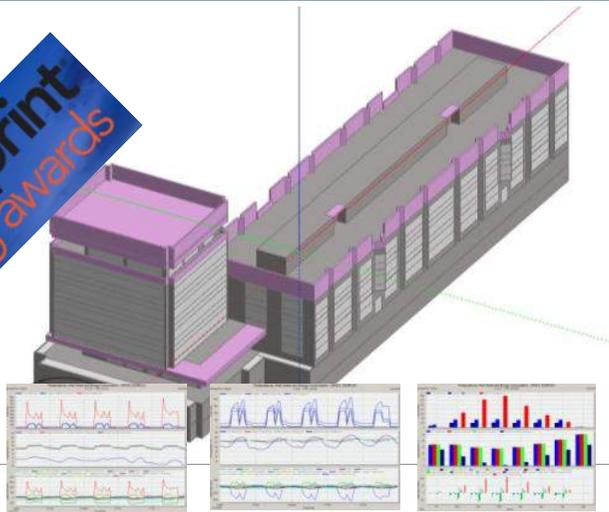
# CASI STUDIO: Terra-Cielo, Rodano (MI)



**Fabbisogno per riscaldamento: 34 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Fabbisogno per climatizzazione estiva: 22,7 kWh/m<sup>2</sup> anno**  
**Consumo per riscaldamento: 11 kWh<sub>eI</sub>/m<sup>2</sup> anno**  
**Consumo per climatizzazione estiva : 7,3 kWh<sub>eI</sub>/m<sup>2</sup> anno**  
**Consumi finali: 0 (+ 10 MWh<sub>eI</sub>)**

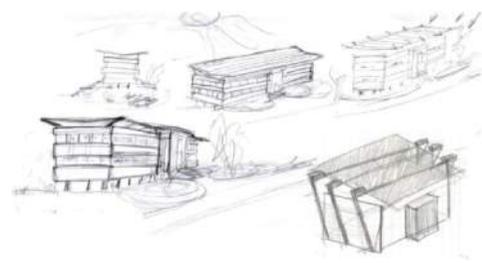
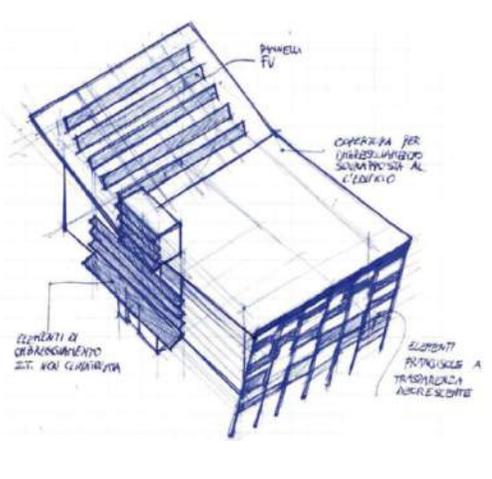


# CASI STUDIO: ERGO building





# Zero Energy Buildings Summer School





**e-mail: [manlio.mazzon@polimi.it](mailto:manlio.mazzon@polimi.it)**

***Zero Energy Buildings Summer School Info:***

***[energia-ambiente.abc@polimi.it](mailto:energia-ambiente.abc@polimi.it)***